

20471

**ארגון המחשב**  
**חוברת הקורס סתיו 2023 א**

כתב: ד"ר רם בוסני

אוקטובר 2022 – סמסטר חורף – תשפ"ג

**פנימי – לא להפצה.**

© כל הזכויות שמורות לאוניברסיטה הפתוחה.

## תוכן העניינים

|    |   |
|----|---|
| 1  | אל הסטודנט/ית                               |
| 2  | 1. לוח זמנים ופעילויות                      |
| 4  | 2. תיאור המטלות                             |
|    | 2.1 מבנה המטלות                             |
|    | 2.2 שלד (Template) לפתרון ממנים.            |
|    | 2.3 ניקוד המטלות                            |
|    | 2.4 אחריות הסטודנט להודיע אם מטלתו לא נבדקה |
| 5  | 3. התנאים לקבלת נקודות זכות                 |
| 5  | 4. שאילתא                                   |
| 6  | ממ"ן 11                                     |
| 15 | ממ"ן 12                                     |
| 21 | ממ"ן 13                                     |
| 27 | ממ"ן 14                                     |
| 40 | ממ"ן 15                                     |

## אל הסטודנט/ית,

אנו מברכים אתכם עם הצטרפותכם לקורס "ארגון המחשב" באוניברסיטה הפתוחה.

הקורס "ארגון המחשב" הינו קורס בסיסי בלימודי מדעי המחשב. הדרישות מהסטודנטים במהלך הקורס הן גבוהות. על מנת לסייע לכם לעבור את הקורס בהצלחה, ברצוננו להפנות את תשומת ליבכם לנקודות חשובות:

1. **נוכחות במפגשים:** כידוע לכם נוכחות במפגשי ההנחיה אינה חובה. יחד עם זאת, **מומלץ מאוד** להגיע באופן סדיר למפגשי ההנחיה. המפגשים כוללים תרגול רב והעמקה בחומר, תוך שימת דגש על הנושאים החשובים ביותר. אין לי ספק כי ההשתתפות במפגשי ההנחיה תוכל לתרום לכם רבות. (כמו כן, ניסיון העבר מלמד, כי קיים מתאם גבוה בין נוכחות סדירה במפגשי ההנחיה לבין הצלחה במבחן הסופי). למפגשים המקוונים **יתבצעו הקלטות מפגשי הנחיה**. יש לציין שהאפקטיביות של מפגש סינכרוני עולה על זה של צפייה בהקלטות ולכן המלצתי ככל הניתן להיות נוכחים במפגש באופן סינכרוני ופעיל.
2. **מטלות:** במהלך הקורס יש להגיש מטלות (ממ"נים). כדי להיות זכאים לגשת לבחינה יש לצבור לפחות 15 נקודות מתוך 30 הנקודות האפשריות. הכנת המטלות מהווה הכנה מצוינת לבחינה יש להקפיד על הגשת המטלות במועד. **את המטלות יש להגיש במערכת המטלות המקוונת.**
3. **אופן הלימוד:** הקורס מכיל מספר נושאים הדורשים זמן להבנה והפנמה. רצוי להקדיש בכל שבוע זמן מתאים ללימוד ותרגול הקורס. את ספר הקורס מלווה מדריך למידה המכסה את נושאי הקורס כולל הרחבה בנושאים שאינם מכוסים בספר הקורס. מניסיון העבר תרגול ולימוד והכנת ממנים באופן שותף במהלך הסמסטר בקורס זה, תורמים משמעותית לסיכויי ההצלחה בבחינת הסיום.
4. **אתר הקורס:** לקורס קיים אתר באינטרנט בו תמצאו חומרי למידה נוספים. חומרי הלמידה עברו עריכה בסמסטר זה ומומלץ לעבור עליהם במהלך לימוד החומר. בנוסף, האתר מהווה עבורכם ערוץ תקשורת עם צוות ההוראה ועם סטודנטים אחרים בקורס. פרטים על למידה מתוקשבת ואתר הקורס, תמצאו בכתובת <http://telem.openu.ac.il>.

### לתשומת לב הסטודנטים הלומדים בחו"ל:

למרות הריחוק הפיסי הגדול, נשתדל לשמור אתכם על קשרים הדוקים ולעמוד לרשותכם ככל האפשר. הפרטים החיוניים על הקורס נכללים בחוברת הקורס וכן באתר הקורס. מומלץ מאוד להשתמש באתר הקורס ובכל אמצעי העזר שבו וכמובן לפנות אלינו במידת הצורך.

ניתן לפנות למנחים בשעות ההנחיה הטלפונית שלהם או אל מרכז ההוראה ד"ר רם בוסני ע"פ הפירוט באתר הקורס. בכל נושא **אדמיניסטרטיבי** ניתן לפנות לזמירה בטלפון 09-7781220. כמו כן ניתן לפנות למרכז ב-e-mail. הכתובת היא: [rambu@openu.ac.il](mailto:rambu@openu.ac.il). צוות הקורס מאחל לך לימוד פורה ומהנה.

בברכה,  
ד"ר רם בוסני  
מרכז ההוראה בקורס

**לוח זמנים ופעילויות** (מס' קורס / 2023א)

| שבוע הלימוד | תאריכי שבוע הלימוד                        | יחידת הלימוד המומלצת מדריך למידה | מפגשי ההנחיה <sup>1</sup>                                   | תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה) |
|-------------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|
| 1           | 28.10.2022-23.10.2022                     | פרק א                            | <sup>2</sup> מפגש 1 (רגילה)<br><sup>3</sup> מפגש 1 (מוגברת) |                                  |
| 2           | 04.11.2022-30.10.2022<br>1.11.2022 בחירות | פרק ב<br>תחילת פרק ג             | <sup>2</sup> מפגש 2 (רגילה)<br><sup>3</sup> מפגש 2 (מוגברת) |                                  |
| 3           | 11.11.2022-6.11.2022                      | פרק ג<br>תחילת פרק ד             | <sup>3</sup> מפגש 3 (מוגברת)                                |                                  |
| 4           | 18.11.2022-13.11.2022                     | פרק ד                            | <sup>2</sup> מפגש 3 (רגילה)<br><sup>3</sup> מפגש 4 (מוגברת) | ממ 11<br>13.11.2022              |
| 5           | 25.11.2022-20.11.2022                     | פרק ד                            | <sup>3</sup> מפגש 5 (מוגברת)                                |                                  |
| 6           | 02.12.2022-27.11.2022                     | פרקים ה ו                        | <sup>2</sup> מפגש 4 (רגילה)<br><sup>3</sup> מפגש 6 (מוגברת) |                                  |
| 7           | 09.12.2022-04.12.2022                     | חזרה פרקים ה ו<br>תחילת פרק ז    | <sup>3</sup> מפגש 7 (מוגברת)                                | ממ 12<br>4.12.2022               |
| 8           | 16.12.2022-11.12.2022                     | פרק ז                            | <sup>2</sup> מפגש 5 (רגילה)<br><sup>3</sup> מפגש 8 (מוגברת) |                                  |

1 תאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים".  
2 מומלץ קבוצה רגילה  
3 מומלץ קבוצה מוגברת

לוח זמנים ופעילויות - המשך

| שבוע הלימוד | תאריכי שבוע הלימוד    | יחידת הלימוד המומלצת     | מפגשי ההנחיה <sup>1</sup>                                  | תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה) |
|-------------|-----------------------|--------------------------|--|----------------------------------|
| 9           | 23.12.2022-18.12.2022 | סוף פרק ז<br>תחילת פרק ח | <sup>2</sup> מפגש 6(רגילה)                                 |                                  |
| 10          | 30.12.2022-25.12.2022 | פרק ח                    | <sup>3</sup> מפגש 9(מוגברת)                                | ממ 13<br>25.12.2022              |
| 11          | 06.01.2023-01.01.2023 | פרק ח                    | <sup>2</sup> מפגש 7(רגילה)                                 |                                  |
| 12          | 13.01.2023-08.01.2023 | סוף פרק ח<br>תחילת פרק ט | <sup>3</sup> מפגש 10(מוגברת)                               |                                  |
| 13          | 20.01.2023-15.01.2023 | פרק ט                    | <sup>2</sup> מפגש 8(רגילה)                                 | ממ 14<br>15.01.2023              |
| 14          | 27.01.2023-22.01.2023 | חזרה                     | <sup>2</sup> מפגש 9(רגילה)<br><sup>3</sup> מפגש 11(מוגברת) | ממ 15<br>29.01.2023              |

מועדי בחינות הגמר יפורסמו בנפרד

1 תאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים".  
2 מומלץ קבוצה רגילה  
3 מומלץ קבוצה מוגברת

## 2. תיאור המטלות

קראו היטב עמודים אלו לפני שתתחילו לענות על השאלות

פתרון המטלות הוא חלק בלתי נפרד מלימוד הקורס - הבנה מעמיקה של חומר הלימוד דורשת תרגול רב. המטלות יבדקו על-ידי המנחה ויוחזרו לך בצירוף הערות המתייחסות לתשובות. עליכם לפתור את המטלות בעצמכם.

### 2.1 מבנה המטלות

כל מטלה מורכבת מכמה שאלות. מספר השאלות, החומר הנדרש למטלה, משקל המטלה ומועד ההגשה מופיעים בתחילת כל מטלה. בראש כל שאלה מצוין משקלה היחסי בקביעת ציון המטלה. אם השאלה בממ"ן אינה ברורה לכם, אל תהססו ליצור קשר עם המנחה (ע"פ פרטי ההתקשרות באתר הקורס) לצורך קבלת הסבר.

במטלה 12 יש תרגילי הרצה. יש לצרף עבור כל תכנית את קובץ המקור, הנחיות לגבי אופן ההגשה המדויק נמצאות במטלה 12. משקל מטלה 12 הוא 10 נקודות כפול משאר המטלות שמשקל כל אחת מהן הוא 5 נקודות.

### 2.2 שלד (Template) לפתרון ממנים.

יש לכתוב את הפתרון על גבי שלד הפתרון המתאים (המופיע בסוף כל מטלה בחוברת זו). ניתן להוריד את גרסת word באתר הקורס בתיקיה בשם "שלד לממנים (גרסת word)" ונספח תרשימי חומרה לממנים"

### 2.3 ניקוד המטלות

המטלות מלוות את פרקי המדריך הלימוד בקורס. בחלק מהמטלות תופענה גם שאלות המתייחסות לפרקים קודמים, שכבר נלמדו. לכל מטלה נקבע משקל של 5 נקודות למעט מטלה 12 שמשקלה 10 נקודות ניתן לצבור עד 30 נקודות. חובה להגיש מטלות במשקל 15 נקודות לפחות, כלומר, מטלה 12 ומטלה נוספת או 3 מטלות שאינן מטלה 12.

### 2.4 אחריות הסטודנט להודיע אם מטלתו לא נבדקה

יש להגיש את המטלות דרך מערכת המטלות בלבד! אין לאחר את מועד הגשה הרשמי של הגשת הממ"ן ללא אישור מהמנחה. באחריות הסטודנט ליצור קשר עם המנחה במידה ומטלתו לא נבדקה.

### **לתשומת לבכם!**

פתרון המטלות הוא מרכיב מרכזי בתהליך הלמידה, לכן מומלץ שתשתדלו להגיש מטלות רבות ככל האפשר.

כדי לעודדכם להגיש לבדיקה מספר רב של מטלות הנהגנו את ההקלה שלהלן:

בחישוב הציון הסופי נשקלל את כל המטלות שציוניהן גבוהים מהציון בבחינת הגמר. ציוני מטלות אלה תורמים לשיפור הציון הסופי.

ליתר המטלות נתייחס במידת הצורך בלבד. מתוכן נבחר רק את הטובות ביותר עד להשלמת המינימום ההכרחי לעמידה בתנאי הגשת המטלות. משאר המטלות נתעלם.

### **לתשומת לבכם:**

מדיניות קורס זה היא לאשר הזנת ציון אפס במטלות שלא הוגשו כנדרש בקורס. סטודנטים אשר לא הגישו את מכסת המטלות המינימאלית לעמידה בדרישות הקורס ולקבלת זכאות להיבחן, ומבקשים שמטלות חסרות יוזנו בציון אפס, יפנו למוקד הפניות והמידע

בטלפון **09-7782222** או **יעדכנו בעצמם** באתר שאילתא <http://www.openu.ac.il/sheilta>

**קורסים ← ציוני מטלות ובחינות ← הזנת ציון 0 למטלות רשות שלא הוגשו.**

יש לקחת בחשבון כי מטלות אשר יוזן להן ציון אפס ישוקללו בחישוב הציון הסופי ובכך יורידו ציון זה ולא ניתן יהיה להמירן במטלות חלופיות במועד מאוחר יותר. על כן קיימת אפשרות שסטודנט אשר יעבור את הבחינה בהצלחה ייכשל בקורס (כשהמוצע המשוקלל של המטלות והבחינה יהיה נמוך מ- 60).

**כלל זה איננו חל על מטלות חובה או על מטלות שנקבע עבורן ציון מינימום.**

### **3. התנאים לקבלת נקודות זכות**

(א) צבירת 15 משקלים **לפחות** במטלות.

(ב) ציון של לפחות 60 נקודות בבחינת הגמר.

(ג) ציון סופי בקורס של 60 נקודות לפחות.

### **4. שאילתא - <http://www.openu.ac.il/sheilta>**

- לפניות בנושאים אקדמיים שונים כגון מועדי בחינה מעבר לטווח זכאות ועוד,

אנא עשו שימוש מסודר במערכת הפניות דרך שאילתא. לחצו על הכפתור פניה חדשה ואחר

כך לימודים אקדמיים < משימות אקדמיות, ובשדה פניות סטודנטים: השלמת בחינות בקורס.

המערכת תומכת גם בבקשות מנהלה שונות ומגוונות.



# מטלת מנחה (ממ"ן) 11

הקורס: 20471 - ארגון המחשב  
חומר הלימוד למטלה: פרקים א-ג במדריך הלמידה וההפניות הרלוונטיות לספר הלימוד.

מספר השאלות: 4  
שמיסטר: 2023  
משקל המטלה: 5 נקודות  
מועד אחרון להגשה: 13.11.2022

- יש לשלוח את המטלה באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- יש לכתוב את הפתרון על גבי שלד פתרון לממן 11 הנמצא בסוף הממן  
ניתן להוריד גרסת word באתר הקורס בתיקיה בשם שלד לממנים

## פרק א במדריך:

יחידות: [Cc]= Clock cycle [Sec]=seconds [Ins]=Instruction [P]=program  
 $1[\text{ns}] = 10^{-9}[\text{sec}]$   $1[\text{Ghz}] = 10^9[1/\text{sec}]$  [Mips]=million instructions per second  
יש להקפיד על הצגת היחידות המתאימות בתשובותיכם.  
שאלה 1 (15%)

נתון מעבד העובד בתדר של 1Ghz באופן שהגישה לזיכרון מבוצעת דרך פקודות load/store בלבד.  
(באופן דומה למעבד אותו נבנה בהמשך הקורס)  
שכיחות הפקודות עבור הרצת תכנית מסוימת המכילה  $10^9$  פקודות היא:

| CPI[cc/ins] | שכיחות | קבוצה  |
|-------------|--------|--------|
| 1           | 40%    | ALU    |
| 2           | 20%    | LOAD   |
| 2           | 10%    | STORE  |
| 2           | 30%    | BRANCH |

- א. "ביצוע שיא" מוגדר כקצב המהיר ביותר שבו מחשב יכול לבצע סדרת פקודות כלשהי. מהם ביצועי השיא מבוטאים בפקודות לשנייה?
- ב. מהו זמן הריצה של התכנית בנתוני השאלה?
- ג. כעת מוצע לבצע שינוי חומרה במעבד ולהוסיף משפחה חדשה של פקודות LALU היכולה לבצע שתי פעולות במהלך ביצועה. פעולת LOAD ופעולת ALU. בבדיקת התכנית הנתונה התגלה שרבע מפקודות ה ALU משתמשות באחד האופרנדים שהובא בפקודת LOAD קודמת. ולכן ניתן להחליף צירוף פקודות זה בפקודת LALU בודדת.
- מה כעת התפלגות הפקודות עם המשפחה החדשה LALU?
- (הערה שימו לב שכמות הפקודות הכללית יורדת משום שאנחנו מחליפים שתי פקודות LOAD+ALU בפקודת LALU אחת.)

ד. את שינוי החומרה ניתן לבצע כך שה CPI של פקודת LALU הוא  $3[\text{cc/ins}]$  האם יש שיפור בזמן הרצת התכנית בעקבות השינוי? מה מדד ההאצה?

ה. דרך נוספת לבצע את הוספת הפקודה LALU היא בצורה שה CPI של LALU יהיה  $2[\text{cc/ins}]$  אבל ה CPI של פקודת BRANCH יגדל ל  $3[\text{cc/ins}]$ . מה הפעם יהיה השינוי בזמן ריצת התכנית? מה מדד ההאצה?

## שאלה 2 (35%)

ברצוננו להשוות שני סוגי מעבדים שעושים פעולות על מחרוזות. במעבד האחד שנשמנו ב-P1, יש חומרה מיוחדת שמבצעת פקודות מסוימות על מחרוזות, ובשני, שנשמנו ב-P2, אין תמיכת חומרה בעבודה מול מחרוזות ולכן כל פקודה לטיפול במחרוזות (מעין פסיאודו פקודה) מתורגמת על ידי האסמבלר לקטע קוד של מספר פקודות מכונה.

בתכנית אותה אנו בודקים החלוקה של הפעולות באחוזים הינה:

מחיקת תו ממחרוזת 20%.

הוספת תו למחרוזת 15%.

איתור תו במחרוזת 25%.

פקודות שאינן פקודות לטיפול במחרוזת 40%.

ל-P1 יש חומרה לטיפול בפקודות המחרוזת ולכן מיישם אותן ישירות. פירוט מחזורי השעון שהוא צריך לכל פקודה.

CPI ב-P1 (ביחידות של  $[\text{cc/ins}]$ )

מחיקת תו ממחרוזת 20

הוספת תו למחרוזת 12

איתור תו במחרוזת 8

פקודות שאינן פקודות לטיפול במחרוזת 4

מעבד P2 מיישם כל פקודת מחרוזת באמצעות אוסף פקודות מכונה. במעבד זה פקודת מחרוזת היא מעין פקודה (פסיאודו פקודה) והאסמבלר מתרגם פעולת מחרוזת לפקודות מכונה (פקודה "אמיתית") של המעבד.

מספר פקודות המכונה הנדרשות לפקודת מחרוזת במעבד P2 הינו:

מחיקת תו ממחרוזת 40

הוספת תו למחרוזת 60

איתור תו במחרוזת 25

במעבד P2 ה CPI לכל פקודות המכונה הוא קבוע  $3[\text{cc/ins}]$ .

לשני המעבדים יש קצב שעון של 2GHz.

א. מצאו את ה-MIPS של כל מחשב. (million instructions per second)

ב. אם P1 משתמש ב-200 מיליון פקודות בתכנית, בכמה פקודות ישתמש P2 באותה תכנית?

ג. מה יהיה זמן הביצוע לתכנית המתוארת בסעיף ב' ב-P1 וב-P2 בשניות? מה מדד ההאצה?

ד. איך ישתנו תשובתכם לסעיפים א-ג אם בעזרת מהדר חדש הצלחנו להקטין את כמות הפקודות בתכנית ל 80%. אבל כעת יחסי הפקודות בתכנית השתנו ל:

מחיקת תו ממחרוזת 30%

הוספת תו למחרוזת 15%

איתור תו במחרוזת 30%

פקודות שאינן פקודות לטיפול במחרוזת 25%

הגדרה מדד האצה (speedup): היחס בין מצב המערכת במצב האיטי למצב המערכת במצב המהיר ( מחלקים במצב המהיר כלומר ה 100% הינו המצב המשופר )  
בהנחה שהיה שיפור נקבל גודל חסר יחידות הגדול בערכו מאחד.

הערות:

- בדרך כלל מצב המערכת יימדד על סמך cpu time
- בהגדרה מצב מערכת ניתן להתייחס לשני מחשבים שונים או אותו מחשב בשינוי פרמטרים שונים ( חומרה או תוכנה).

### פרק ב במדריך: ייצוג מידע במחשב

שאלה 3 (25%)

א. חשבו את הסכומים והפרשים הבאים:

$$(210)_3 + (122)_3 \text{ (בסיס 3)}$$

$$0xFF20 - 0xE40A \text{ (בסיס 16)}$$

$$(1270)_{11} - (6A)_{11} \text{ (בסיס 11)}$$

ב. חשבו את המכפלות הבאות:

$$(0xAB) \times (0xE7) \text{ (בסיס 16)}$$

$$(750)_8 \times (62)_8 \text{ (בסיס 8)}$$

ג. מהו הבסיס בו נכון השוויון  $\sqrt{41} = 5$ ?

ד. מהו הבסיס עבור פעולת החיבור  $(60A)_r + (35B)_r = (968)_r$ ?

ה. המירו לבסיסים 2, 4, 8 את המספר  $0x2C3B$  (בסיס 16) מה ערך מספר זה בעשרוני?  
לאחר מכן בצעו היפוך סימן (negate) משלים ל 2 (two's complement) לערך זה ב 16 סיביות (בסיס 2). ציינו באיזה טכניקה השתמשותם מתוך טכניקות היפוך הסימן המתוארות בעמודים 33-34 במדריך הלמידה.

ו. בתחום ייצוג של 9 סיביות מה מייצג המספר 100000000 בשיטת ייצוג משלים לשתיים ובשיטת ייצוג ערך מוחלט סימן?

ז. מה הבעייתיות בשיטת ייצוג מספרים ערך מוחלט סימן (המתוארת במדריך הלמידה)?

### פרק ג במדריך: אלגברה בוליאנית

שאלה 4 (25%)

א. פשטו את הפונקציה F שלהלן תוך שימוש בכללי האלגברה הבוליאנית.

$$F = \bar{A} \bar{B} + AB + \bar{A} B$$

ב. פשטו את הפונקציה F שלהלן תוך שימוש בכללי האלגברה הבוליאנית.

$$F = ABC + \bar{A} + \bar{A} \bar{B} C$$

ג. בנו מעגל לוגי המממש פעולת OR בעזרת מספר מינימלי של שערי NAND.

**ממ"ץ 11 – פתרון**

קורס : 20471 (ארגון המחשב) 2023א

**שאלה 1 (15%)**

א. ביצועי השיא \_\_\_\_\_ [ins/sec]  
חישוב והסבר (כאן ובהמשך - אין חובה למלא את כל השורות הריקות) :

---

---

---

---

---

---

ב. זמן הריצה של התכנית \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר :

---

---

---

---

---

---

ג. מה כעת התפלגות הפקודות ?

| קבוצה  | שכיחות |
|--------|--------|
| ALU    |        |
| LOAD   |        |
| STORE  |        |
| BRANCH |        |
| LALU   |        |

ד. זמן הרצת התכנית בעקבות השינוי?

---

---

---

---

מדד ההאצה ?

---

---

ה. זמן הרצת התכנית בעקבות השינוי?

---

---

---

---

מדד ההאצה ?

---

---

שאלה 2 (35%)

א. מדד ה MIPS P1 : \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר :

---

---

---

מדד ה MIPS P2 : \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר :

---

---

ב. מספר הפקודות ב P2 : \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר :

---

---

---

ג. זמן הביצוע P1 : \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר :

---

---

---

---

זמן הביצוע P2 : \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר :

---

---

---

מדד ההאצה :

---

---

ד. (שינוי סעיף א)

מדד ה P1 MIPS : \_\_\_\_\_

חישוב והסבר :

---

---

---

מדד ה P2 MIPS : \_\_\_\_\_

חישוב והסבר :

---

---

---

(שינוי סעיף ב)

מספר הפקודות ב P2 : \_\_\_\_\_ .

חישוב והסבר :

---

---

---

---

(שינוי סעיף ג)

זמן הביצוע P1 \_\_\_\_\_

חישוב והסבר :

---

---

---

זמן הביצוע P2 \_\_\_\_\_

חישוב והסבר :

---

---

---

מדד ההאצה :

---

---

שאלה 3 (25%)

א.

$$(122)_3 + (210)_3 =$$

חישבו והסבר:

---

---

---

$$0xFF20 - 0xE40A =$$

חישבו והסבר:

---

---

---

$$(1270)_{11} - (6A)_{11}$$

חישבו והסבר:

---

---

---

ב.

$$(0xAB) \times (0xE7) =$$

חישבו והסבר:

---

---

---

$$(750)_8 \times (62)_8$$

חישבו והסבר:

---

---

---

ג. הבסיס \_\_\_\_

חישבו והסבר:

---

---

---

ד. הבסיס \_\_\_\_

חישבו והסבר:

---

---

---

ה.

$0x2C3B =$  \_\_\_\_\_ 2 (בסיס 2)

$0x2C3B =$  \_\_\_\_\_ 4 (בסיס 4)

$0x2C3B =$  \_\_\_\_\_ 8 (בסיס 8)

$0x2C3B =$  \_\_\_\_\_ 10 (בסיס 10)

חישוב והסבר :

---

---

---

$0x2C3B -$  (בסיס 2, משלים לשתיים, 16 ביט) = \_\_\_\_\_

פירוט טכניקת היפוך סימן :

---

---

---

ו. בשיטת משלים לשתיים : \_\_\_\_\_  
בשיטת ייצוג ערך מוחלט סימן : \_\_\_\_\_

ז. הבעייתיות בשיטת ייצוג מספרים ערך מוחלט סימן

---

---

---

---

---

---

---



שאלה 4 (25%)

א. הפונקציה  $F$  לאחר פישוט :

---

ב. הפונקציה  $F$  לאחר פישוט :

---

ג. המעגל הלוגי :

# מטלת מנחה (ממ"ן) 12

הקורס: 20471 - ארגון המחשב

חומר הלימוד למטלה: פרק ד במדריך וההפניות הרלוונטיות לספר הלימוד.

משקל המטלה: 10 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 4.12.2022

סמסטר: 2023א

- יש לשלוח את המטלה באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס.
- יש לכתוב את הפתרון על גבי שלד פתרון לממן 12 הנמצא בסוף הממן. ניתן להוריד גרסת word באתר הקורס בתיקיה בשם שלד לממנים.

האסמבלי של ה-MIPS: התייחסות לפרמטים של הפקודות נמצאת בסעיף ד.4 במדריך (עברו על שאלה 7 בפרק ד). ריכוז הפקודות כולל הקידוד נמצא בראשית הספר בדף הירוק וגם באופן מפורט בנספח A.10 בסוף הספר. ניתן לראות את הפקודות ב help של ה-MARS וגם בקובץ בשם "MIPS Instruction set" בחומר העזר באתר הקורס.

## שאלה 1 (15%)

הציגו את הקוד הבא בצורות הבאות:

- בעשרוני עם רווח בין חלקי הפקודה השונים. (ציינו את שמות חלקי הפקודה).
- בבינרי עם רווח בין חלקי הפקודה השונים. (ציינו את שמות חלקי הפקודה).
- בבינרי ברצף 32 סיביות רצופות
- 16 ספרות בבסיס 4 ברצף
- 11 ספרות בבסיס 8 ברצף.
- 8 ספרות הקסאדצימלי ברצף.

Shark:

```
lw $12, -0x100($15)
or $15,$22,$11
beq $12,$27, Shark
j Shark
```

(נתון שכתובת התווית Shark הוא 0x10203040)

## שאלה 2 (10%)

שאלה זו מתייחסת לתמונת סגמנט הקוד הלקוחה מה-MAR.

| Address    | Code       | Basic                    | Source                |
|------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| 0x00400000 | 0x3c01ff00 | lui \$1,0xfffff00        | 2 li \$t4,0xFFFFFFF   |
| 0x00400004 | 0x342cffff | ori \$12,\$1,0x0000ffff  |                       |
| 0x00400008 | 0x000c5403 | sra \$10,\$12,0x00000010 | 3 sra \$t2,\$t4,16    |
| 0x0040000c | 0x018a4024 | and \$8,\$12,\$10        | 4 and \$t0,\$t4,\$t2  |
| 0x00400010 | 0x110c0011 | beq \$8,\$12,0x00000011  | 5 beq \$t0,\$t4,Panda |

- א... בסיום הפקודה בשורה (4): `and $t0,$t4,$t2`, מה יהיה ערכו של אוגר \$t0? איך תשתנה תשובתכם נחליף את הפקודה בשורה (4) ובמקום `sra` נבצע `srl`?
- ב. הפסיאודו פקודה בשורה (2) מתרגמת לשתי פקודות אמיתיות `lui ori` ראו עמודת Basic. במידה והיינו מחליפים את פקודה ה `ori` בפקודת `addi` האם תשובתכם לסעיף א תשתנה?
- ג... מתוך תמונת סגמנט הקוד, מהי הכתובת של התווית `Panda`, הרשומה בשורה (5)?

עתה לפניכם שתי שאלות תכנות. הכינו את הבסיס לקראתן: הריצו תכניות פשוטות, כגון: החלפת מקום של תוכן שתי מילים בזיכרון, חישוב נוסחה כלשהי, בדיקת סיביות במילה על ידי מסכה, ועוד. חשוב לכלול בכל תכנית syscalls המבצעים קליטה והדפסה (רשימת ה-syscalls נמצאת בספר, נספח A.9, וגם ב help של ה MARS).

לצורך כתיבת התוכניות מותר להשתמש בפסיאודו פקודות הנתמכות ע"י ה MARS (רשימה נמצאת ב help של ה MARS) בחומר עזר באתר הקורס בתיקיה "הרצת תכניות" נמצא חומר רקע לכתיבת תכניות כולל תכניות דוגמא. (בין שאר ניתן למצוא "הרצת תכניות" קובץ "קישורים" לסרטוני youtube ועוד אתרים רלוונטיים וקובץ אקסל בשם MIPS instruction set היכולים לעזור).

יש להגיש את קובץ המקור בלבד.  
שאלות הרצה תיבדקנה בסימולאטור - MARS לכן תנאי הכרחי לבדיקה הוא הרצת התוכנית ללא שגיאות ב-MARS.

קישור להורדת MARS  
[/http://courses.missouristate.edu/kenvollmar/mars/](http://courses.missouristate.edu/kenvollmar/mars/)

יש לתעד היטב את התוכניות: בתחילת התוכנית יש לתאר את האלגוריתם ואת האוגרים, בתחילת כל קטע קוד יש לכתוב כמה מילים על תפקידו, וליד הפקודות המרכזיות יש להוסיף הערה. אנא בדקו את התוכניות לפני ההגשה!

שאלה 3 (25%)

יש להגדיר בסגמנט המשתנים שני מערכים ריקים בגודל 20 תווים

```
.data
buf: .space 21
buf1: .space 20
```

יש לקלוט לסגמנט הנתונים למקום בשם buf מחרוזת בגודל מקסימלי של עד 20 תווים (בעזרת 8 syscall)

ולכתוב קטע קוד המבצע את הפעולות הבאות:  
יש להשוות ערך אסקי של כל תו לתו הצמוד אליו מימין (אינדקס גבוה באחד).  
- במידה וההפרש חיובי יש להעתיק את התו + למקום המתאים ב איזור buf1.  
- במידה וההפרש שלילי יש להעתיק את התו - למקום המתאים ב buf1  
- במידה וההפרש 0 (תווים זהים) יש להעתיק את התו = למקום המתאים ב buf1  
לבסוף יש להדפיס  
א. את המחרוזת buf1.  
ב. את מספר הפעמים שהיו אותיות סמוכות זהות.

באיזור buf1 הוקצו 20 בתים על מנת להבטיח null בסוף המחרוזת להדפסה (יכולות להיות רק 19 השוואות של זוגות תווי אסקי).  
לדוגמא עבור המחרוזת (הערך ב buf):

"xabvfrqwertyqqqwaquu"

א. תודפס המחרוזת (הערך ב buf):

"++-+-+---+=-+-="

ב. יודפס למסך:

The number of identical char in a row is: 3

הערות:

יש להדפיס הודעות (4 syscall)

שימו לב ש 8 syscall מסיימת קלט ב null (ערך אסקי 0), אולם במידה שלא הוכנסו כל התווים יופיע לפני ה null קוד האסקי 0xa המסמן ירידת שורה.

#### שאלה 4 (50%)

יש להגדיר באיזור סגמנט הנתונים מספר פקודות MIPS. הפקודות מורכבות מפקודות R-type יש להכניס את הפקודות לזיכרון בצורתן ההקסדצימלית, כמערך, ללא הפרדה בין חלקי הפקודה (לדוגמה, הפקודה lw \$17,0x2000(\$4) תופיע כ-0x8c912000). התווית של המערך תהיה TheCode בסוף המערך תופיע מילה שכולה 32 סיביות 1 (8 פעמים F). יש לכתוב תכנית שעוברת על רשימת הפקודות, וסופרת כמה פקודות יש מכל סוג. כמו כן היא סופרת עבור כל אוגר במקבץ האוגרים כמה פעמים הוא מופיע בפקודות השונות, (לא חשוב באיזה שדה rs או rt או rd בפורמט R בלבד) את הסיכום יש להציג בטבלה: טבלה לדוגמא:

| inst code/ reg | appearances |
|----------------|-------------|
| R-type         | 3           |
| lw             | 6           |
| sw             | 0           |
| beq            | 4           |
| 9              | 4           |
| 11             | 6           |
| 17             | 2           |
| 18             | 7           |
| 19             | 4           |
| 20             | 6           |

(המספרים בצד שמאל לאחר הפקודות הם מספרי אוגרים).  
אוגר שמספרו לא מופיע בפקודות אין להציגו בטבלה.

ניתן לראות מהטבלה לדוגמא ש R-type הופיעה 3 פעמים, lw הופיעה 6 פעמים, sw לא הופיעה, ו- beq 4 פעמים. כמו כן שאוגר מספר 9 הופיע ארבע פעמים אוגר מספר 11 6 פעמים, אוגר מספר 17 פעמיים וכן הלאה.  
לספירת שדות rs rt בכל הפורמטים (R I) יש להשתמש בפרוצדורה מתאימה. המקבלת כפרמטר את קידוד הפקודה, ומחזירה באוגר \$v0 את מספר אוגר \$rs ובאוגר \$v1 את מספר אוגר \$rt.  
לספירת שדה rd ב R-type יש להשתמש בפרוצדורה נפרדת מתאימה רק במקרה של פורמט R. לבסוף יש לסכם את הופעות האוגרים ללא חשיבות לשדה בו הם הופיעו בפקודה, לצורך סיכום ההופעות רצוי להשתמש במערך עזר.

הערות:

- לנוחותכם לצורך תרגום קוד אקראי כלשהו מאסמבלי ל 8 ספרות בהקסא ניתן להשתמש ב MARS.
- ניתן להניח שהקוד מכיל לא יותר מ 100 פקודות.
- במקרה של הגדרה לא חוקית בסגמנט הנתונים יש להוציא הודעה מתאימה.
- יש לציין מקרה בו שדה rt בפקודה lw ערכו 0 בהודעה מתאימה.
- יש לציין מקרה בו שדה rd בפקודה R-type ערכו 0 בהודעה מתאימה.
- יש לציין מקרה בו קיים שיוויון בין שדות rs rt בפקודה beq בהודעה מתאימה.

## ממ"ן 12 – פתרון

הקורס : 20471 (ארגון המחשב) 2023א

שאלה 1 (15%)

זיכרו : נתון שכתובת התווית Shark הוא 0x10203040

| הפקודה                | א. ייצוג בעשרוני עם רווח בין חלקי הפקודה השונים. |
|-----------------------|--|
| Shark:                |  |
| lw \$12, -0x100(\$15) |  |
| or \$15,\$22,\$11     |  |
| beq \$12,\$27, Shark  |  |
| j Shark               |  |

| הפקודה                | ב. ייצוג בבינרי עם רווח בין חלקי הפקודה השונים, כל חלק פקודה עם הכותרת המתאימה (למשל rs=10100 |
|-----------------------|---|
| Shark:                |   |
| lw \$12, -0x100(\$15) |   |
| or \$15,\$22,\$11     |   |
| beq \$12,\$27, Shark  |   |
| j Shark               |   |

| הפקודה                | ג. ייצוג בבינרי ברצף 32 סיביות רצופות. |
|-----------------------|--|
| Shark:                |  |
| lw \$12, -0x100(\$15) |  |
| or \$15,\$22,\$11     |  |
| beq \$12,\$27, Shark  |  |
| j Shark               |  |

| הפקודה                | ד. ייצוג ב-16 ספרות בבסיס 4 ברצף. |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Shark:                |                                   |
| lw \$12, -0x100(\$15) |                                   |
| or \$15,\$22,\$11     |                                   |
| beq \$12,\$27, Shark  |                                   |
| j Shark               |                                   |

| הפקודה                | ה. ייצוג ב-11 ספרות בבסיס 8 ברצף. |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Shark:                |                                   |
| lw \$12, -0x100(\$15) |                                   |
| or \$15,\$22,\$11     |                                   |
| beq \$12,\$27, Shark  |                                   |
| j Shark               |                                   |

| הפקודה                | ו. ייצוג ב-8 ספרות הקסאדצימלי ברצף. |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Shark:                |                                     |
| lw \$12, -0x100(\$15) |                                     |
| or \$15,\$22,\$11     |                                     |
| beq \$12,\$27, Shark  |                                     |
| j Shark               |                                     |

## שאלה 2 (10%)

א. בסיום הפקודה בשורה (4): `and $t0,$t4,$t2`, מה יהיה ערכו של אוגר `$t0`? \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר:

---

---

---

איך תשתנה תשובתכם נחליף את הפקודה בשורה (4) ובמקום `sra` נבצע `srl`? \_\_\_\_\_  
חישוב והסבר:

---

---

---

ב. הפסיאודו פקודה בשורה (2) מתרגמת לשתי פקודות אמיתיות `lui ori` ראו עמודת Basic. במידה והיינו מחליפים את פקודה ה `ori` בפקודת `addi` האם תשובתכם לסעיף א תשתנה?

---

---

---

חישוב והסבר:

---

---

---

ג. מתוך תמונת סגמנט הקוד, מהי הכתובת של התווית **Panda**, הרשומה בשורה (5)?

---

---

---

---

---

חישוב והסבר:

את שתי שאלות התכנות יש לכתוב בנפרד : כל אחת בקובץ `asm/.s`. נפרד.  
קראו היטב את כל ההוראות המופיעות בממ"ן. אי שמירה אפילו על חלק  
מההוראות הללו עלולה להוביל לפגיעה קשה בציון שתקבלו על הממ"ן.  
את שלושת הקבצים – קובץ זה ושני קבצי `asm/.s` – יש לארוז בתוך קובץ  
`.zip`. ולהעלות רק אותו למערכת המטלות.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 13

הקורס: 20471 - ארגון המחשב

חומר הלימוד למטלה: פרקים ה-ז במדריך הלמידה וההפניות הרלוונטיות לספר הלימוד.

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 25.12.2022

סמסטר: 2023א

- יש לשלוח את המטלה באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס.
- יש לכתוב את הפתרון על גבי שלד פתרון לממן 13 הנמצא בסוף הממן. ניתן להוריד גרסת word באתר הקורס בתיקיה בשם שלד לממנים.

## פרק ה במדריך

שאלה 1 (15%)

ממשו את הפונקציות  $xor$ ,  $xnor$  or בעזרת מרבבים  $1 \rightarrow 2$  ניתן להשתמש גם בקבועים '0' '1'

שאלה 2 (15%)

נתונה הפונקציה  $F(A, B, C) = \sum(0, 3, 6, 7)$

( הפונקציה מסומנת כסיגמא בהצגה מקוצרת של SOP כמתואר בפרק ג במדריך)

א. הציגו את הפונקציה באמצעות מפענח  $3 \rightarrow 8$  ושער OR.

ב. הציגו את הפונקציה באמצעות מרבב  $8 \rightarrow 1$ .

ג. הציגו את הפונקציה בהצגה מקוצרת של POS (כלל מכפלת הסכומים).

לצורך פתרון שאלה זו ניתן לחוות כניסות מסוימות לקבועים '1' או '0'.



## פרק 2 במדריך

### שאלה 3 (30%)

נתונים קווי הבקרה הבאים עבור ביצוע הפקודה try\_me במעבד MIPS העובד באופן עבודה חד מחזורי (single cycle).

| RegDst | ALUSrc | MemtoReg | RegWrite | MemRead | MemWrite | Branch | ALUOp1 | ALUOp0 |
|--------|--------|----------|----------|---------|----------|--------|--------|--------|
| 1      | 0      | 1        | 1        | 1       | 0        | 0      | 0      | 1      |

א. מה מבצעת הפקודה try\_me? אילו ערכים יכתבו ולאן? (יש להסתמך על תרשים 4.21 וטבלה 4.18)

ב. אילו ערכים יכתבו עבור הנתונים הבאים: בהנחה שהפקודה try\_me מתבצעת עם ערך בשדה rt (סיביות 16-20) וערך שדה rs (סיביות 21-25) 19 כאשר ערך שדה rd (11-15) הינו 13. ניתן להניח שכל אוגר במיקבץ האוגרים מאותחל למספרו כפול 0x1000. לדוגמה אוגר \$8 מאותחל ל 0x8000 אוגר \$10 מאותחל ל 0xA000 וכ'.

אפשר להניח שבזיכרון שכל הבתים מכתובת 0 עד 1000 מכילים את הערך 0x44.

ג. האם לדעתכם אפשר לבנות במעבד ה MIPS פקודה כזו? אם כן, מאיזה פורמט היא? אם לא, נמקו מדוע.

### שאלה 4 (40%)

נתייחס לשרטוט 4.2. נתונים הזמנים (ב-ps) והמחירים של היחידות השונות בשרטוט:

|        | I-Mem | Add | Mux | ALU | Regs | D-Mem | Control |
|--------|-------|-----|-----|-----|------|-------|---------|
| זמנים  | 350   | 120 | 30  | 150 | 250  | 400   | 100     |
| מחירים | 1200  | 40  | 10  | 150 | 220  | 2000  | 600     |

א. שיפרו את היחידה Add, כך שהיא מחברת ב-20ps פחות מהזמן נתון בטבלה, אבל עלות היחידה היא ב-30 יותר גבוהה. (הניחו שיחידה שלא מופיעה יש לה זמן 0)

I. מה יהיה זמן המחזור של המעבד החד-מחזורי אם יתמוך בפקודות lw,sw,beq,R-type,Jump (ביחידות של ps)? הסבירו את חישוביכם.

II. פי כמה יהיה המעבד החדש יותר מהיר?

III. השוו מחיר/ביצועים עם ובלי השינוי.

ב. שיפרו את מקבץ האוגרים, כך שהאוגרים יותר גדולים. עכשיו היחידה צורכת 100ps יותר מהזמן הנתון בטבלה, ועולה ב-200 יותר. היתרון הוא שיש צורך בפחות פקודות lw ו-sw, וזה גורם ל-5% פחות פקודות.

פתרו שוב את שאלות I, II, III מחלק א.

### ממ"ן 13 – פתרון

הקורס : 20471 (ארגון המחשב) 2023א

שאלה 1 (15%)

א. מימוש הפונקציה or בעזרת מרבבים  $1 \rightarrow 2$  ניתן להשתמש גם בקבועים '0' '1'

ב. מימוש הפונקציה xnor בעזרת מרבבים  $1 \rightarrow 2$  ניתן להשתמש גם בקבועים '0' '1'

ג. מימוש הפונקציה xor בעזרת מרבבים  $1 \rightarrow 2$  ניתן להשתמש גם בקבועים '0' '1'

שאלה 2 (15%)

א. הצגה של הפונקציה באמצעות מפענח  $8 \rightarrow 3$  ושער OR

ב. הצגה של הפונקציה באמצעות מרבב  $8 \rightarrow 1$

ג. הצגה של הפונקציה באמצעות מרבב  $4 \rightarrow 1$  ושער NOT בלבד.

**שאלה 3 (30%)**

א. מה מבצעת הפקודה try\_me? אילו ערכים יכתבו ולאן?

---

---

---

---

הסבר:

---

---

---

---

ב. הערכים שיכתבו:

---

---

---

---

הסבר:

---

---

---

---

ג. האם לדעתכם אפשר לבנות במעבד ה MIPS פקודה כזו? \_\_\_\_\_

נימוק:

---

---

---

---

**שאלה 4 (40%)**

א.

I. זמן המחזור יהיה: \_\_\_\_\_

הסבר:

---

---

---

II. פי כמה יותר מהיר: \_\_\_\_\_

חישוב:

---

---

---

---

III. מחיר וביצועים לפני השינוי \_\_\_\_\_  
חישוב:

---

---

---

---

מחיר וביצועים אחרי השינוי \_\_\_\_\_  
חישוב:

---

---

---

---

ב.

I. זמן המחזור יהיה: \_\_\_\_\_  
הסבר:

---

---

---

---

II. פי כמה יותר מהיר: \_\_\_\_\_  
חישוב:

---

---

---

---

III. מחיר וביצועים לפני השינוי \_\_\_\_\_  
חישוב:

---

---

---

---

מחיר וביצועים אחרי השינוי \_\_\_\_\_  
חישוב:

---

---

---

---

# מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20471 - ארגון המחשב

חומר הלימוד למטלה: פרקים ז-ח במדריך הלמידה וההפניות הרלוונטיות לספר הלימוד.

מספר השאלות: 3

משקל המטלה: 5 נקודות

סמסטר: 2023א

מועד אחרון להגשה: 15.01.2023

- יש לשלוח את מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- יש לכתוב את הפתרון על גבי שלד פתרון לממן 14 הנמצא בסוף הממן. ניתן להוריד גרסת word באתר הקורס בתיקיה בשם שלד לממנים.

## שאלה 1 ( 35% )

התרשים המופיע בעמוד הבא הוא תרשים 4.51 מהספר המתאר את עבודת הצנרת במעבד ה MIPS. לתרשים נוספו ערכים ע"ג הקווים השונים המתארים הקפאת מצב של פעימת שעון מסוימת בעבודת המעבד.

נסו לזהות ככל הניתן איזו פקודה נמצאת בכל אחד מחמשת שלבי הצנרת בפעימת שעון זו

חמשת השלבים Fetch.Decode,Exe,Mem,WB

כלומר בכל אחד מחמשת השלבים יש לציין איזו פקודה (מהו התחביר שלה) מה מיקומה בזיכרון (אם ניתן לדעת) מה קידודה ב 8 ספרות הקסא ואילו ערכים היא מכילה/מחשבת/אוכותבת ולאן.

הערות:

מבחינת בסיסים בהצגה.

- הסימון 0x מציין בסיס הקסדצימלי (בסיס 16)
- אם אין סימון הבסיס הוא בסיס 10
- הסימון bin מציין בסיס 2 (בסיס בינארי)

- ערכי הבקורות מסודרים ע"פ הסדר של טבלה 4.49 (ומצוינים בבסיס 2 בסימון bin) -

אפשר להניח שערכו ההתחלתי של אוגר \$a0 הוא 0xFFFFFFFF

- ערכו ההתחלתי של אוגר \$t2 הוא 0x10

- ניתן להניח שניתן לגשת לכל מרחב הזיכרון בפקודות lw sw (כתובת המתחלקת בארבע).

- ניתן להניח שסיכוני הנתונים נפתרים ע"י היחידות המתאימות, **שלא מופיעות בתרשים**.

- בסימון \$X מסמל ה X את מספר האוגר למרות שהערך העובר על הקו הוא תוכן האוגר.



## שאלה 2 (35% נק'):

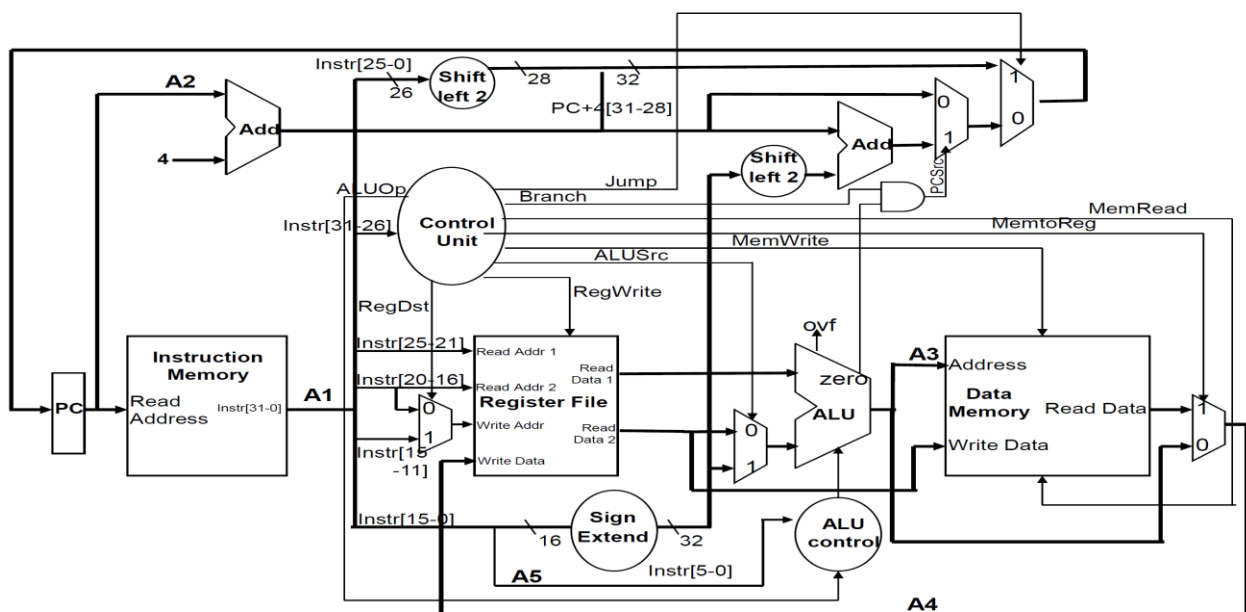
נתונה תמונת הקוד שלהלן, הלקוחה מה MARS באסמבלי של ה mips :

| Address    | Code       | Basic                  | Source             |
|------------|------------|------------------------|--------------------|
| 0x00013b58 | 0x00e83020 | add \$6,\$7,\$8        | 1 add \$6,\$7,\$8  |
| 0x00013b5c | 0x8cc60064 | lw \$6,0x00000064(\$6) | 2 lw \$6,100(\$6)  |
| 0x00013b60 | 0x00465022 | sub \$10,\$2,\$6       | 3 sub \$10,\$2,\$6 |
| 0x00013b64 | 0x00e82825 | or \$5,\$7,\$8         | 4 or \$5,\$7,\$8   |

- ערך כל אוגר בתחילת ביצוע הקוד הינו מספרו כפול 0x1500 ( אוגר 1 ערכו 0x00001500 אוגר 2 ערכו 0x00002A00 וכן הלאה).
- ניתן לגשת לכל מרחב הזיכרון בפקודות lw sw (כל עוד הכתובת מתחלקת ב 4).

### נתונים אלו תקפים לכל סעיפי השאלה.

- א. בתרשים שלהלן מעבד חד-מחזורי, ובו 5 סימונים A1-A5, על קווים מסוימים על המעבד. עליכם לחשב את הערכים העוברים על קווים אלו, בהנחה שהמידע נבדק לקראת סוף פעימת השעון בביצוע הפקודה השנייה בקוד lw \$6,100(\$6). יש למלא את תשובתכם בטבלה, יש להציג בבסיס הקסא באמצעות הסימון 0x ערך לא ידוע יש לסמן ב X.



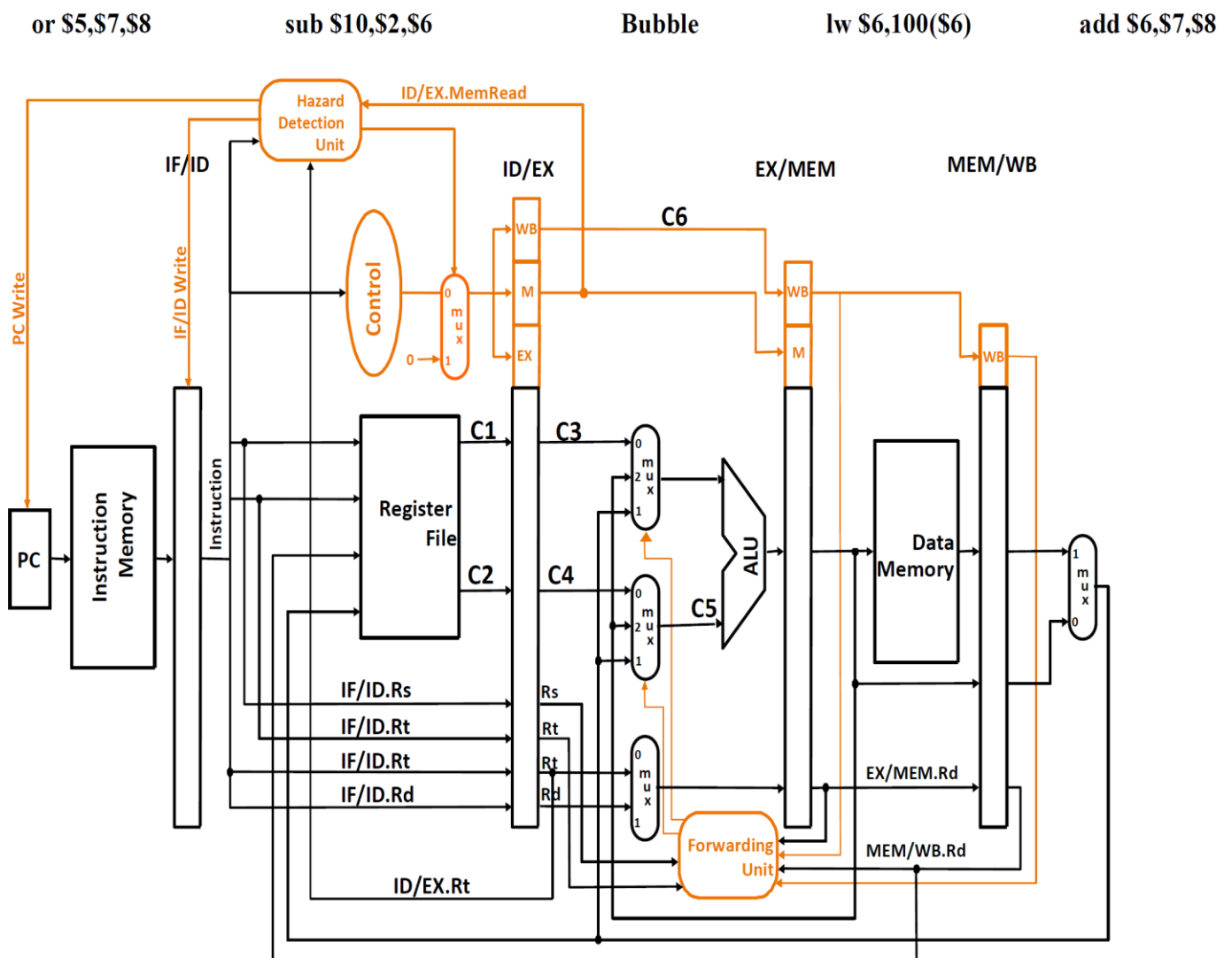
- ב. הקוד שלעיל מורץ במעבד העובד בטכנולוגיית צנרת. זהו את כל סיכוני הנתונים (Data Hazards), כולל חציית מקבץ האוגרים. בזיהוי יש להשתמש במונחים סיכון הנתונים של lw (load use), מקרים 1a 1b 2a 2b בהעברה קדימה כמתואר בעמוד 318 בספר. יש להתייחס גם לחציית מקבץ האוגרים (כלומר כתיבה למקבץ האוגרים באמצע שעון, וקריאת הערך המעודכן בסופו). את הפקודות יש לסמן על פי מספרן 1 עד 4.



ג. בתרשים שלפניכם של מעבד MIPS, העובד בטכנולוגיית צנרת (הדומה לתרשים 4.60 בספר הלימוד), מתוארת סוף פעימת השעון החמישית בביצוע הקוד שבשאלה, ע"פ נתוני השאלה. (בפעימה זו נמצאת בשלב 5 שלב ה WB הפקודה `add $6,$7,$8`).

סיכוני הנתונים בהרצת הקוד נפתרים ע"י יחידת העברה קדימה, יחידת איתור סיכונים Forwarding (HDU, Unit) וחציית מקבץ האוגרים. לדוגמא, ראו את הבועה (Bubble) בשלב 3 בתרשים שנוצרה כתוצאה מסיכון load use בקוד.

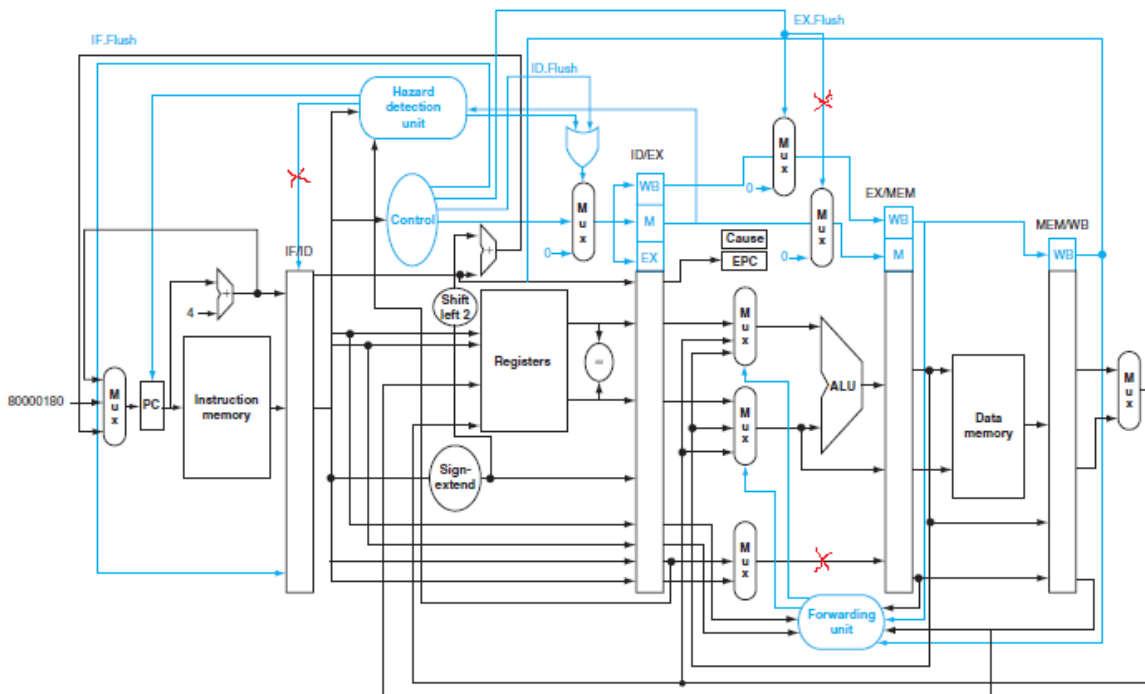
בתרשים 6 סימונים C1-C6 על קווים מסוימים על המעבד. יש למלא בטבלה את הערכים על קווים אלו. יש להציג בבסיס הקסא ערך לא ידוע יש לסמן ב X.



### שאלה 3 (30%)

נתון בתרשים נתיב הנתונים של ה-MIPS עם צנרת (תרשים 4.66 בספר) מסומנים בו שלושה X-ים על קווים מסויימים. הסימונים מציינים תקלות על קווים אלו (הסבר על מהות התקלה מפורט בהמשך לכל קו). הסבירו לגבי כל תקלה את ההשלכות שעלולות להיות לה באלו מצבים בעבודת ה-MIPS

- תקלה על קו EX.Flush הגורמת לכך שתמיד הערך היוצא מהמרבב המחובר אליו יהיה 0.
- תקלה בקו IF/ID.write (היוצא מיחידת ה-HDU) הגורמת לכך שתמיד ייכתב ערך לאוגר הצנרת IF/ID (כלומר תמיד במצב Enable).
- תקלה ביציאה מהמרבב של ה-Regdst הגורמת לכך שתמיד הערך היוצא ממרבב זה ערכו יהיה 0.



## ממ"ן 14 – שלד פתרון

הקורס : 20471 (ארגון המחשב) 2023א

### שאלה 1 (35%)

שלב חמישי (WB) :

הפקודה היא :

---

נימוק :

---

---

---

---

---

---

---

מיקומה בזיכרון :

---

נימוק :

---

---

---

קידודה ב-8 ספרות הקסא :

---

אילו ערכים מכילה/מחשבת/כותבת לאן ?

---

---

---

---

---

שלב רביעי (MEM) :

הפקודה היא :

---

נימוק :

---

---

---

---

---

---

---

מיקומה בזיכרון :

---

נימוק :

---

---

---

קידודה ב-8 ספרות הקסא :

---

אילו ערכים מכילה/מחשבת/כותבת לאן ?

---

---

---

---

---

שלב שלישי (EXE) :

הפקודה היא :

---

נימוק :

---

---

---

---

---

---

מיקומה בזיכרון :

---

נימוק :

---

---

---

קידודה ב-8 ספרות הקסא :

---

אילו ערכים מכילה/מחשבת/כותבת לאן ?

---

---

---

---

---

שלב שני (ID) :

הפקודה היא :

---

נימוק :

---

---

---

---

---

---

---

מיקומה בזיכרון :

---

נימוק :

---

---

---

קידודה ב-8 ספרות הקסא :

---

אילו ערכים מכילה/מחשבת/כותבת לאן ?

---

---

---

---

---

שלב ראשון (IF) :

הפקודה היא :

---

נימוק :

---

---

---

---

---

---

מיקומה בזיכרון :

---

נימוק :

---

---

---

קידודה ב-8 ספרות הקסא :

---

אילו ערכים מכילה/מחשבת/כותבת לאן ?

---

---

---

---

---

## שאלה 2 (35%)

א. מלאו את הטבלה בהתאם להנחיות בסעיף :  
במידה ולא ניתן לדעת ערך בקו מסוים יש לסמן X.

| הקו | שם הקו<br>נסו לתת שם המסביר את משמעות הקו | ערכו בבסיס הקסא |
|-----|---|-----------------|
| A1  |   |                 |
| A2  |   |                 |
| A3  |   |                 |
| A4  |   |                 |
| A5  |   |                 |

ב. סיכוני נתונים : (בתשובות מופיע מקום למילוי לארבעה סיכונים זה לא אומר שזה מספרם )

סיכון נתונים מטיפוס : \_\_\_\_\_  
בין פקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ לפקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ על אוגר מספר \_\_\_\_\_  
הסיכון נפתר ע"י

---



---



---



---

סיכון נתונים מטיפוס : \_\_\_\_\_  
בין פקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ לפקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ על אוגר מספר \_\_\_\_\_  
הסיכון נפתר ע"י

---



---



---



---



סיכון נתונים מטיפוס: \_\_\_\_\_  
 בין פקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ לפקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ על אוגר מספר \_\_\_\_\_  
 הסיכון נפתר ע"י \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

סיכון נתונים מטיפוס: \_\_\_\_\_  
 בין פקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ לפקודה \_\_\_\_\_ בקוד \_\_\_\_\_ על אוגר מספר \_\_\_\_\_  
 הסיכון נפתר ע"י \_\_\_\_\_

---



---



---



---

ג. בתרשים 6 סימונים C1-C6 על קווים מסוימים על המעבד. יש למלא בטבלה את הערכים על קווים אלו. יש להציג **בבסיס הקסא** ערך לא ידוע יש לסמן ב X.

| הקו       | שם הקו<br>נסו לתת שם המסביר את משמעות הקו | ערכו בבסיס הקסא |
|-----------|---|-----------------|
| <b>C1</b> |   |                 |
| <b>C2</b> |   |                 |
| <b>C3</b> |   |                 |
| <b>C4</b> |   |                 |
| <b>C5</b> |   |                 |
| <b>C6</b> |   |                 |

**שאלה 3 (30%)**

א. תקלה על קו EX.Flush הגורמת לכך שהמרבב המחובר אליו יעביר תמיד את הערך 0.

מספר הסיביות על הקו: \_\_\_\_\_

התקלה תגרום ל:

---

---

---

---

---

דוגמא למצב שהתקלה תשפיע:

---

---

---

ב. תקלה בקו IF/ID.write (היוצא מיחידת ה HDU) הגורמת לכך שתמיד ייכתב ערך

לאוגר הצנרת IF/ID (כלומר תמיד במצב Enable).

מספר הסיביות על הקו: \_\_\_\_\_

התקלה תגרום ל:

---

---

---

---

---

דוגמא למצב שהתקלה תשפיע:

---

---

---

ג. תקלה ביציאה מהמרבב של ה Regdst הגורמת לכך שתמיד הערך היוצא ממרבב זה ערכו

יהיה 0.

מספר הסיביות על הקו: \_\_\_\_\_

התקלה תגרום ל:

---

---

---

---

---

דוגמא למצב שהתקלה תשפיע:

---

---

# מטלת מנחה (ממ"ן) 15

הקורס: 20471 - ארגון המחשב

חומר הלימוד למטלה: פרקים ח-ט במדריך הלמידה וההפניות הרלוונטיות לספר הלימוד.

מספר השאלות: 3 משקל המטלה: 5 נקודות

מועד אחרון להגשה: 29.01.2023

סמסטר: 2023א

- יש לשלוח את מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- יש לכתוב את הפתרון על גבי שלד פתרון לממן 15 הנמצא בסוף הממן. ניתן להוריד גרסת word באתר הקורס בתיקיה בשם שלד לממנים.

## צנרת+חריגות (פסיקות)

שאלה 1 (30%)

א. נתונה תכנית המתבצעת בנתיב נתונים צנרת. נניח שאנו רוצים לעצור את הביצוע של התכנית כאשר ערך מסוים עומד להיכנס לזיכרון בכתובת כלשהי. נכניס שני אוגרים חדשים לנתיב הנתונים, ADDR ו-VAL. נרצה לגרום לחריגה כאשר ערך השווה ל-VAL עומד להיכנס לכתובת השווה ל-ADDR. כיצד ישתנה נתיב הנתונים התייחסו לתרשים 4.66 המופיע בספר ובנספח תרשימי חומרה לממנים הנמצא בחומר העזר באתר הקורס) באיזה שלב משלבי הצנרת יופעלו האוגרים החדשים? איזו פקודה עשויה להשתנות וכיצד? האם יש להוסיף רכיבים נוספים מלבד שני האוגרים, ואם כן אילו? הסבירו בקצרה האם וכיצד הוספת החריגה משפיעה על EPC ו-cause

הנחיות: סמנו בצורה ברורה בתוך התרשים היכן תהיה התוספת, והסבירו במילים את הסימון. אפשר גם להוסיף בצד תרשים של התוספת.

ב. בתרשים מופיע שער OR האחראי להכנסת אפסים לבקורות באוגר ID/EX (נניח שמצב 1 במרבב המחובר ביציאה משער ה OR מחווט לכניסה המתאימה אשר תכניס אפסים). מה הסיבה להכנסת אפסים בכל אחת משתי הכניסות לשער ה OR? האם יתכן ששתי הכניסות יקבלו 1 בו זמנית? במידה וכן תתארו תרחיש כזה, במידה ולא הסבירו מדוע.

ג. תארו תרחיש בו אות IF.Flush יקבל את הערך 1.

ד. תארו תרחיש בו אות ID.Flush יקבל את הערך 1.

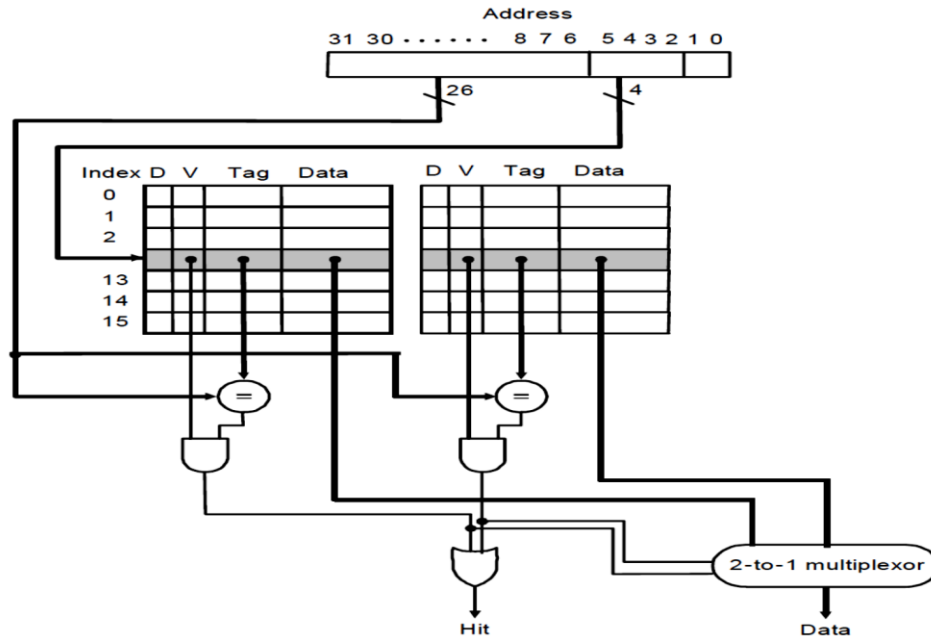
ה. תארו תרחיש בו אות EX.Flush יקבל את הערך 1.

ו. האם יכול להתקיים תרחיש בו שלושת האותות בסעיפים ג-ה יקבלו 1 בו זמנית? במידה וכן תתארו תרחיש כזה, במידה ולא הסבירו מדוע.

## מטמון

שאלה 2 (25%)

לפניכם תרשים של זיכרון מטמון, חמשת הסעיפים הבאים מתייחסים לזיכרון מטמון זה.



- א. מהו סוג זיכרון זה ?
- ב. מה כמות הנתונים שניתן לאפסן בזיכרון זה ביחידות של סיביות ? הראו חישובכם.
- ג. מה המספר הכולל של סיביות בזיכרון זה (כולל dirty bit ו valid bit)? הראו חישובכם
- ד. מה תפקיד ה dirty bit ? והאם הוא יעיל לנתוני הזיכרון שבתרשים ? נמקו תשובתכם.
- ה. במידה והייתה פניה לכתובת 0x2578aaaa בבתיים בזיכרון הראשי לאיזו שורה (סט) בזיכרון המטמון תתבצע גישה על מנת לחפש האם נתון נמצא במטמון ?

### שאלה 3 (45%)

נתון מרחב זיכרון ראשי בגודל 512MB ( כלומר 29 סיביות למיפוי  $2^{29}$  בתים)  
נתונה סדרה של גישות לזיכרון המיוצגות ככתובות של מילים (משמאל לימין):

12,33,67,15,73,56,89,13,68,44,46,60,63,45,54,8,79

א. נתון זיכרון מטמון במיפוי ישיר בגודל 64 מילים המתחלקות בין שמונה בלוקים בני שמונה מילים. מהי חלוקת הסיביות ( index tag וכו ) בזיכרון זה ? אפיינו כל כתובת בסדרה הגישות כהחטאה או כפגיעה והציגו את התוכן הסופי של זיכרון המטמון (ניתן להניח זיכרון ריק בהתחלה).  
מה שיעור הפגיעות בזיכרון זה?

ב. נתון זיכרון אסוציאטיבי מלא בגודל 32 מילים המתחלקות בין ארבעה בלוקים (סט אחד) בני שמונה מילים ומדיניות פינוי LRU. מהי חלוקת הסיביות ( index tag וכו ) בזיכרון זה ? אפיינו כל כתובת בסדרה הגישות כהחטאה או כפגיעה והציגו את התוכן הסופי של זיכרון המטמון.  
(ניתן להניח שהזיכרון ריק בהתחלה ומדיניות האכלוס ההתחלתית היא החל מבלוק 0 לבלוק 3 )  
מה שיעור הפגיעות בזיכרון זה ?

ג. נתון זיכרון מטמון 2-Way set associative בגודל 32 מילים המתחלקות ל 8 סטים בכל סט שני בלוקים (זה המשמעות של 2-way) כל בלוק מכיל 2 מילים ומדיניות פינוי LRU. מהי חלוקת הסיביות ( index tag וכו ) בזיכרון זה ? אפיינו כל כתובת בסדרה הגישות כהחטאה או כפגיעה והציגו את התוכן הסופי של זיכרון המטמון.  
מה שיעור הפגיעות בזיכרון זה?

## ממ"ן 15 – שלד פתרון

הקורס : 20471 (ארגון המחשב) 2023א

שאלה 1 (30%)

א. הסבר מילולי

---

---

---

---

---

---

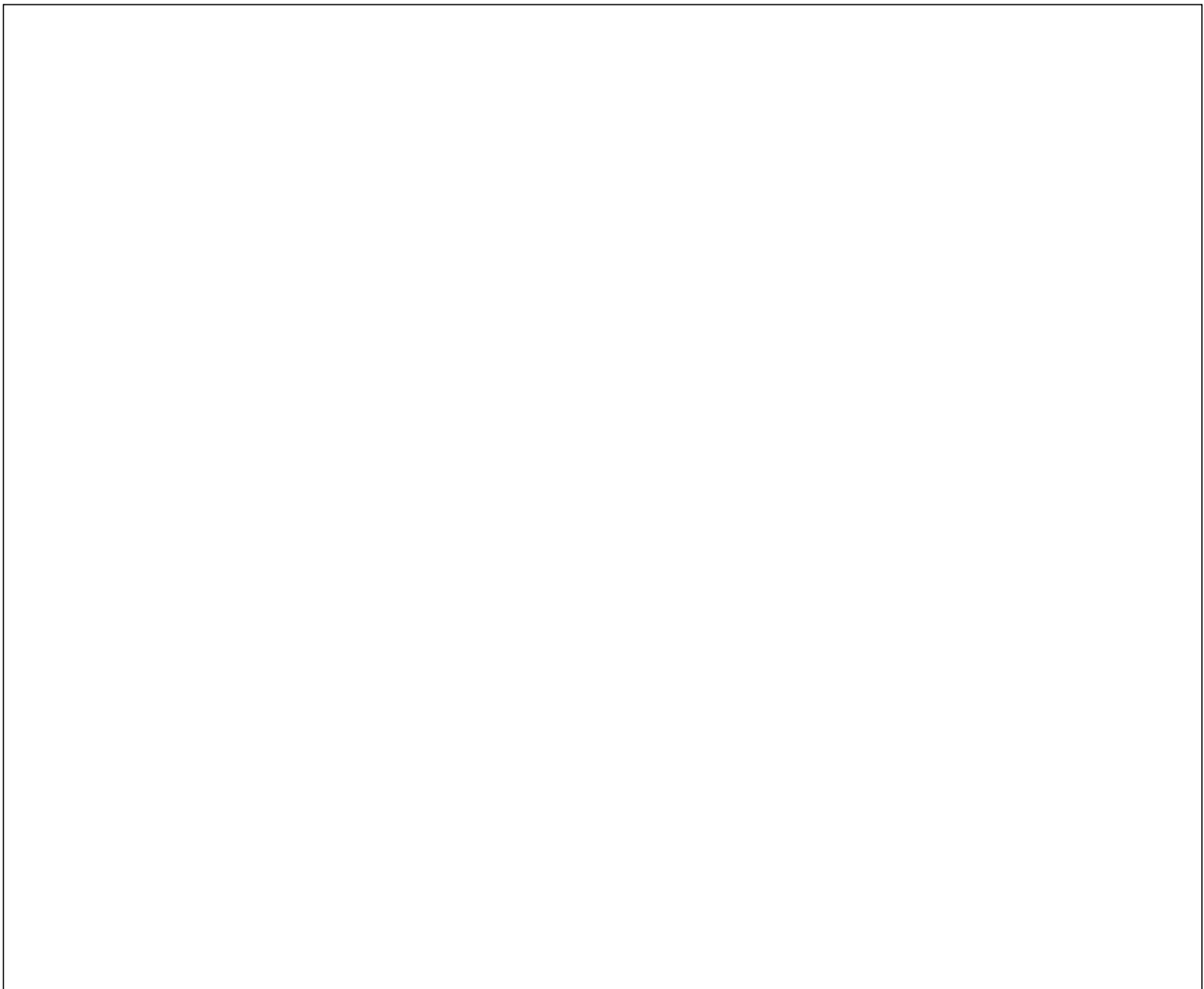
---

---

---

---

הצגת תרשים 4.66 עם התוספות הנדרשות בנתיב הנתונים



ב. מה הסיבה להכנסת אפסים בכל אחת משתי הכניסות לשער ה OR ? האם יתכן ששתי הכניסות יקבלו 1 בו זמנית? במידה וכן תתארו תרחיש כזה, במידה ולא הסבירו מדוע.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ג. תארו תרחיש בו אות IF.Flush יקבל את הערך 1.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ד. תארו תרחיש בו אות ID.Flush יקבל את הערך 1.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ה. תארו תרחיש בו אות EX.Flush יקבל את הערך 1.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ו. האם יכול להתקיים תרחיש בו שלושת האותות בסעיפים ג-ה יקבלו 1 בו זמנית?  
במידה וכן תארו תרחיש כזה, במידה ולא הסבירו מדוע.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



שאלה 2 (25%)

א. מהו סוג זיכרון זה ?

---

---

---

ב. מה כמות הנתונים שניתן לאפסן בזיכרון זה ביחידות של סיביות ? הראו חישובכם.

כמות הנתונים היא \_\_\_\_\_ סיביות

חישוב:

---

---

---

---

---

---

ג. מה המספר הכולל של סיביות בזיכרון זה ( כולל dirty bit tag ו valid bit )? הראו חישובכם

המספר הכולל הוא: \_\_\_\_\_ סיביות

חישוב:

---

---

---

ד. מה תפקיד ה dirty bit ? והאם הוא יעיל לנתוני הזיכרון שבתרשים ? נמקו תשובתכם.

---

---

---

ה. במידה והייתה פניה לכתובת 0x2578aaaa בבתיים בזיכרון הראשי לאיזו שורה (סט)

בזיכרון המטמון תתבצע גישה על מנת לחפש האם נתון נמצא במטמון ?

מספר השורה: \_\_\_\_\_

חישוב:

---

---

---

---

---

שאלה 3 (45%)

א. חלוקת הסיביות (index tag וכו') בזיכרון זה. (חישבו מדוע אין צורך להציג byte offset)

|            |              |                     |
|------------|--------------|---------------------|
|            |              |                     |
| <u>Tag</u> | <u>Index</u> | <u>Block offset</u> |

סמנו החטאה או פגיעה לכל כתובת : (השורה הראשונה מולאה לדוגמא)

| הערות | DATA(word) | Tag | Index | Hit or miss | Addr |
|-------|------------|-----|-------|-------------|------|
|       | Mem[8-15]  | 0   | 1     | m-valid     | 12   |
|       |            |     |       |             | 33   |
|       |            |     |       |             | 67   |
|       |            |     |       |             | 15   |
|       |            |     |       |             | 73   |
|       |            |     |       |             | 56   |
|       |            |     |       |             | 89   |
|       |            |     |       |             | 13   |
|       |            |     |       |             | 68   |
|       |            |     |       |             | 44   |
|       |            |     |       |             | 46   |
|       |            |     |       |             | 60   |
|       |            |     |       |             | 63   |
|       |            |     |       |             | 45   |
|       |            |     |       |             | 54   |
|       |            |     |       |             | 8    |
|       |            |     |       |             | 79   |

התוכן הסופי של זיכרון המטמון :

| index | Valid | Tag | Data (words) |
|-------|-------|-----|--------------|
| 0     |       |     |              |
| 1     |       |     |              |
| 2     |       |     |              |
| 3     |       |     |              |
| 4     |       |     |              |
| 5     |       |     |              |
| 6     |       |     |              |
| 7     |       |     |              |

שיעור הפגיעות הוא \_\_\_\_\_

ב. חלוקת הסיביות בזיכרון זה :

|            |              |                     |
|------------|--------------|---------------------|
|            |              |                     |
| <u>Tag</u> | <u>Index</u> | <u>Block offset</u> |

צורת סימון LRU צד שמאל זה way 0 צד ימין way 3.  
 משמעות המספר 0 זה ה LRU (Least Recently Used)  
 אילו משמעות המספר 3 זה ה MRU (Most Recently Used)  
 נניח איתחול LRU שרירותי מ 0 ל 3 כלומר (0,1,2,3)  
 אפיון כל כתובת בסדרת הגישות :

| Address<br>(word) | Hit or<br>miss | Tag | Data(word) | Way/Block | LRU<br>(start 0,1,2,3) | הערות |
|-------------------|----------------|-----|------------|-----------|------------------------|-------|
| 12                | m-valid        | 1   | Mem[8-15]  | 0         | 3,0,1,2                |       |
| 33                |                |     |            |           |                        |       |
| 67                |                |     |            |           |                        |       |
| 15                |                |     |            |           |                        |       |
| 73                |                |     |            |           |                        |       |
| 56                |                |     |            |           |                        |       |
| 89                |                |     |            |           |                        |       |
| 13                |                |     |            |           |                        |       |
| 68                |                |     |            |           |                        |       |
| 44                |                |     |            |           |                        |       |
| 46                |                |     |            |           |                        |       |
| 60                |                |     |            |           |                        |       |
| 63                |                |     |            |           |                        |       |
| 45                |                |     |            |           |                        |       |
| 54                |                |     |            |           |                        |       |
| 8                 |                |     |            |           |                        |       |
| 79                |                |     |            |           |                        |       |

התוכן הסופי של זיכרון המטמון :

| Way/Block | Valid | Data (words) | Tag | LRU |
|-----------|-------|--------------|-----|-----|
| 0         |       |              |     |     |
| 1         |       |              |     |     |
| 2         |       |              |     |     |
| 3         |       |              |     |     |

שיעור הפגיעות בזיכרון זה : \_\_\_\_\_

ג. חלוקת הסיביות בזיכרון זה :

|            |              |                     |
|------------|--------------|---------------------|
|            |              |                     |
| <u>Tag</u> | <u>Index</u> | <u>Block offset</u> |

אפיון כל כתובת בסדרת הגישות : (נניח אכלוס ראשוני לבלוק אפס LRU=0)

| הערות | Data (words) | Way/Block | Tag | index | Hit or miss | Addr (word) |
|-------|--------------|-----------|-----|-------|-------------|-------------|
|       | Mem[12-13]   | 0         | 0   | 6     | m-valid     | 12          |
|       |              |           |     |       |             | 33          |
|       |              |           |     |       |             | 67          |
|       |              |           |     |       |             | 15          |
|       |              |           |     |       |             | 73          |
|       |              |           |     |       |             | 56          |
|       |              |           |     |       |             | 89          |
|       |              |           |     |       |             | 13          |
|       |              |           |     |       |             | 68          |
|       |              |           |     |       |             | 44          |
|       |              |           |     |       |             | 46          |
|       |              |           |     |       |             | 60          |
|       |              |           |     |       |             | 63          |
|       |              |           |     |       |             | 45          |
|       |              |           |     |       |             | 54          |
|       |              |           |     |       |             | 8           |
|       |              |           |     |       |             | 79          |

התוכן הסופי של זיכרון המטמון :

| Set | LRU | Block 0 |     |              | Block 1 |     |              |
|-----|-----|---------|-----|--------------|---------|-----|--------------|
|     |     | Valid   | Tag | Data (words) | Valid   | Tag | Data (words) |
| 0   |     |         |     |              |         |     |              |
| 1   |     |         |     |              |         |     |              |
| 2   |     |         |     |              |         |     |              |
| 3   |     |         |     |              |         |     |              |
| 4   |     |         |     |              |         |     |              |
| 5   |     |         |     |              |         |     |              |
| 6   |     |         |     |              |         |     |              |
| 7   |     |         |     |              |         |     |              |

שיעור הפגיעה במקרה הזה הוא : \_\_\_\_\_